

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 10-097913
(43) Date of publication of application : 14.04.1998

(51) Int.CI. H01F 1/24
H01F 17/04
H01Q 17/00
H05K 9/00

(21) Application number : 08-251249 (71) Applicant : TOKIN CORP

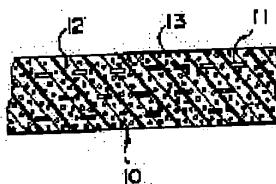
(22) Date of filing : 24.09.1996 (72) Inventor : SHIMADA
HIROSHI
YOSHIDA EIICHI

(54) COMPOUND MAGNETIC BODY, ITS MANUFACTURE AND ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE RESTRAINT

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compound magnetic body having high real part magnetic permeability by suppressing deterioration of magnetic permeability due to eddy current and further reducing diamagnetic field.

SOLUTION: This magnetic body 10 is composed of first and second soft magnetic powders 11 and 12 and organic binder 13. The first soft magnetic powder 11 has a flat shape, the second soft magnetic powder 12 has an arbitrary shape and its size is sufficiently smaller than that of the first soft magnetic powder 11. The total volume of the first soft magnetic powder 11 per unit volume is sufficiently larger than that of the second soft magnetic powder 12.



LEGAL STATUS

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-97913

(43)公開日 平成10年(1998)4月14日

(51)Int.Cl.^o

識別記号

F I

H 0 1 F 1/24

17/04

H 0 1 F 1/24

17/04

F

H 0 1 Q 17/00

H 0 1 Q 17/00

H 0 5 K 9/00

H 0 5 K 9/00

M

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平8-251249

(71)出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(72)発明者

島田 寛

宮城県仙台市青葉区桜ヶ丘七丁目37番10号

(72)発明者 ▲吉▼田 栄▲吉▼

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

株式会社トーキン内

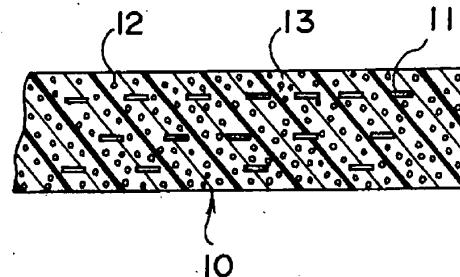
(74)代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54)【発明の名称】 複合磁性体及びその製造方法ならびに電磁干渉抑制体

(57)【要約】

【課題】 湧電流による透磁率特性の劣化を抑止し、更に反磁界を減少させることによって高い実部透磁率特性を有する複合磁性体を提供すること。

【解決手段】 第1、第2の軟磁性体粉末11、12と、有機結合剤13とから成り、前記第1の軟磁性体粉末は扁平形状を有し、前記第2の軟磁性体粉末は任意の形状を有し、かつその大きさが前記第1の軟磁性体粉末より十分に小さく、前記第1の軟磁性体粉末の単位体積当たりの総体積が、前記第2の軟磁性体粉末の単位体積当たりの総体積に比べて十分に大きいことを特徴とする複合磁性体。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1、第2の軟磁性体粉末と、有機結合剤から成る複合磁性体であって、前記第1の軟磁性体粉末は扁平形状を有し、前記第2の軟磁性体粉末は任意の形状を有し、その大きさが前記第1の軟磁性体粉末より十分に小さく、かつ、前記第1の軟磁性体粉末の前記複合磁性体単位体積当たりの総体積が、前記第2の軟磁性体粉末の単位体積当たりの総体積に比べて十分に大きいことを特徴とする複合磁性体。

【請求項2】 請求項1に記載の複合磁性体において、前記第1の軟磁性体粉末は、BET比表面積が0.1～3m²/gであり、前記第2の軟磁性体粉末は、BET比表面積が5m²/g以上であることを特徴とする複合磁性体。

【請求項3】 請求項1乃至請求項2に記載のいずれかの複合磁性体において、前記第1の軟磁性体粉末の平均厚さは、該複合磁性体の使用周波数における表皮深さδよりも小さいことを特徴とする複合磁性体。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3に記載のいずれかの複合磁性体において、前記第1の軟磁性体粉末は、該複合磁性体中において、配向配列されていることを特徴とする複合磁性体。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4に記載のいずれかの複合磁性体において、前記第1の軟磁性体粉末は、少なくともその表面に酸化物層を有することを特徴とする複合磁性体。

【請求項6】 請求項5に記載の複合磁性体において、前記少なくともその表面に酸化物層を有する軟磁性体粉末は、気相中徐酸法又は液相中徐酸法により、酸素含有混合ガスにてその表面が酸化処理されたものであることを特徴とする磁性複合体。

【請求項7】 請求項5及び請求項6に記載のいずれかの複合磁性体は、前記第1及び第2の軟磁性体粉末と、前記有機結合剤とからなり、かつ、電気的に非良導性であることを特徴とする複合磁性体。

【請求項8】 軟磁性体粉末と有機結合剤からなる複合磁性体の製造方法において、前記軟磁性体粉末を扁平状に加工して第1の軟磁性体粉末とし、前記軟磁性体粉末を前記第1の軟磁性体粉末より十分に小さい大きさの任意の形状に加工して第2の軟磁性体粉末とし、前記第1の軟磁性体粉末の少なくとも表面に、気相中徐酸法又は液相中徐酸法により酸素含有ガスにて酸化物層を形成することを特徴とする複合磁性体の製造方法。

【請求項9】 請求項1乃至請求項7に記載のいずれかの複合磁性体を、その構成要素として有する電磁干渉抑制体であって、更に導電性材料層を有することを特徴とする電磁干渉抑制体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高周波領域に於い

て優れた複素透磁率特性を有する複合磁性材料と、その一応用例である電波吸収体に関し、詳しくは、高周波電子回路／装置に於いて問題となる電磁干渉の抑制に有効な、複素透磁率特性の優れた複合磁性体及びその製造方法ならびに電磁干渉抑制体に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、デジタル電子機器をはじめ高周波を利用する電子機器類の普及が進み、中でも準マイクロ波帯域を使用する移動通信機器類の普及がめざましい。

10 それに伴い、インダクタンス部品や電波吸収体に用いられる軟磁性体材料にも高周波化への対応が求められている。

【0003】 軟磁性体材料の高周波化を阻む主な要因の一つは、渦電流損失であり、その低減手段として、表皮深さを考慮した薄膜化及び高電気抵抗化が挙げられ、前者の例としては、磁性体層と誘電体層を交互に積層製膜したものが挙げられ、また後者の代表としては、高電気抵抗のNi-Zn系フェライトを挙げることができる。

【0004】 準マイクロ波帯域における軟磁性体の用途は、前述のインダクタンス部品及び電波吸収体が主であり、インダクタンス部品には実部透磁率μ'が用いられ、電波吸収体には、虚数部透磁率μ''が用いられる。しかしながら、インダクタンス部品には高いQ値が要求される場合が多いものの、準マイクロ波帯域では必要なインダクタンスが極めて小さな値となる為に、磁心材料としての用途は限られている。

【0005】 一方、虚数部透磁率μ''を用いる電波吸収体としての用途は、高周波機器類の普及と共に拡大しつつある。例えば、携帯電話に代表される移動体通信機器には、とりわけ小型化・軽量化の要求が顕著であり、電子部品の高密度実装化が最大の技術課題となっている。従って、過密に実装された電子部品類やプリント配線あるいはモジュール間配線等が互いに極めて接近することになり、更には、信号処理速度の高速化も図られている為、静電結合及び／又は電磁結合による線間結合の増大化や放射ノイズによる干渉などが生じ、機器の正常な動作を妨げる事態が少なからず生じている。

【0006】 このような、いわゆる電磁障害に対して従来は、主に導体シールドを施す事による対策がなされてきた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、導体シールドは、空間とのインピーダンス不整合に起因する電磁波の反射を利用する電磁障害対策である為に、遮蔽効果は得られても不要輻射源からの反射による電磁結合が助長され、その結果二次的な電磁障害を引き起こす場合が少なからず生じている。その対策として、磁性体の磁気損失、即ち虚数部透磁率μ''を利用した不要輻射の抑制が有効である。即ち、前記導体シールドと不要輻射源の間に磁気損失の大きい磁性体を配設する事で不要輻射

50

を抑制することが出来る。

【0008】ここで、抑制に必要な磁性体の厚さ d は、 $\mu'' > \mu'$ なる関係を満足する周波数帯域にて μ'' に反比例するので、前述した電子機器の小型化・軽量化の要求に迎合する薄い電磁干渉抑制体即ち、シールド体と吸収体からなる複合体を得るために、虚数部透磁率 μ'' の大きな磁性体が必要となる。

【0009】かかる要求に対応すべく透磁率の高周波特性に優れ、所望の周波数範囲にて磁気損失体として機能する磁性体、即ち、低周波数領域にて、 μ' の値が大きく、更に、 $\mu'' > \mu'$ なる周波数領域に於いて、 μ'' が大きな値を示す磁性体の検討を行った。

【0010】

【課題を解決するための手段】高周波領域において大きな磁気損失を得るためには、磁気共鳴が生じるよりも低い周波数において渦電流による透磁率の劣化が生じない様な対策を講じつつ、複合磁性体の反磁界を更に減少させることが必要である。

【0011】有効な渦電流対策の一つとして、磁性体層と誘電体層を交互に積層する様に製膜した積層構造化が提案され、一部実用化されている。この積層構造を有する複合磁性体の特徴は、磁性体層の厚さが電気抵抗、透磁率及び周波数にて定まる表皮深さと同等もしくはそれ以下の厚さとなっている点である。

【0012】しかしながら、この積層構造磁性体には誘電体層を介して変位電流が流れるために透磁率特性が劣化するという問題がある。ここで、変位電流は、積層構造磁性体のサイズ（即ち、積層方向と直交する向きの大きさ）に依存するので、積層構造磁性体を細分化しカラム構造とすることで、その影響を排除することが可能となる。このような積層構造磁性体をスパッタリング等の、いわゆる薄膜製膜プロセスにて実現するのは容易ではないが、前記磁性体層に軟磁性体粉末を当てはめることで実用化が容易となる。

【0013】即ち、磁性体層に相当する軟磁性体粉末は、その厚みが前記表皮深さよりも薄い扁平状とすること、軟磁性体粉末は、粉末の反磁界係数 N_d をほぼ 1 にするために十分なアスペクト比を有するものとすること、誘電体層に相当するものとして、軟磁性体粉末の表面を酸化させることにより得られる誘電体層を設けること、により渦電流損失の極めて小さい複合磁性体を得ることができると期待した。

【0014】また、前記複合磁性体の反磁界の大きさは、前記扁平状軟磁性体粉末の反磁界係数 N_d と、前記扁平状軟磁性体粉末の前記複合磁性体中での配列のされたかた、および前記軟磁性体粉末の充填量等により決定され、前記扁平状軟磁性体粉末を前記複合磁性体の面内方向に高い配向度で配列させることにより減少する。

【0015】しかしながら、前記軟磁性体粉末は、通常その形状や大きさに分布を有する為に、前記配向度の改

善は、粉末の立体障害や有機結合剤との親和性の不十分さ等により極めて困難であった。実際、扁平状の軟磁性体粉末と有機結合剤からなる複合磁性体の磁化容易軸に直交する方向の断面を電子顕微鏡で観察すると、前記扁平状軟磁性体粉末同士の間隙には、有機結合剤の存在しない領域（空気層）があり、その領域は磁気的にも機械的にも機能しない無駄な空間であることが確認できた。

【0016】そこで、本発明者らは、この空間に着目し、前記扁平状軟磁性体粉末よりも十分に小さな大きさの軟磁性体粉末を該空間ないしその近傍の有機結合剤中に充填させることにより、複合磁性体の反磁界が更に減少することを期待し、更に、軟磁性体粉末の厚さを特定し、その軟磁性体粉末の表面に誘電体層を設けることで、渦電流損失が少なく、かつ空間とのインピーダンス不整合の生じにくい非良導性の複合磁性体を提供できることを見い出し本発明に至った。

【0017】本発明によれば、第1、第2の軟磁性体粉末と、有機結合剤からなる複合磁性体であって、前記第1の軟磁性体粉末は扁平形状を有し、前記第2の軟磁性体粉末は任意の形状を有し、その大きさが前記第1の軟磁性体粉末より十分に小さく、かつ、前記第1の軟磁性体粉末の前記複合磁性体単位体積当たりの総体積が、前記第2の軟磁性体粉末の単位体積当たりの総体積に比べて十分に大きい複合磁性体が得られる。

【0018】また、本発明によれば、前記第1の軟磁性体粉末は、BET比表面積が $0.1 \sim 3 \text{ m}^2/\text{g}$ であり、前記第2の軟磁性体粉末は、BET比表面積が $5 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上である複合磁性体が得られる。

【0019】更に、本発明によれば、前記第1の軟磁性体粉末の平均厚さが、該複合磁性体の使用周波数における表皮深さ δ よりも小さい複合磁性体が得られる。

【0020】更に、本発明によれば、前記第1の軟磁性体粉末は、該複合磁性体中において、配向配列されている複合磁性体が得られる。

【0021】更に、本発明によれば、前記第1の軟磁性体粉末は、少なくともその表面に酸化物層を有する複合磁性体が得られる。

【0022】更に、本発明によれば、前記少なくともその表面に酸化物層を有する軟磁性体粉末は、気相中徐酸法又は液相中徐酸法により、酸素含有混合ガスにてその表面が酸化処理されたものである磁性複合体が得られる。

【0023】更に、本発明によれば、前記第1及び第2の軟磁性体粉末と、前記有機結合剤とかなり、かつ、電気的に非良導性である複合磁性体が得られる。

【0024】更に、本発明によれば、軟磁性体粉末と有機結合剤からなる複合磁性体の製造方法において、前記軟磁性体粉末を扁平状に加工して第1の軟磁性体粉末とし、前記軟磁性体粉末を前記第1の軟磁性体粉末より十分に小さい大きさの任意の形状に加工して第2の軟磁

体粉末とし、前記第1の軟磁性体粉末の少なくとも表面上に、気相中徐酸法又は液相中徐酸法により酸素含有ガスにて酸化物層を形成する複合磁性体の製造方法が得られる。

【0025】更に、本発明によれば、前記複合磁性体をその構成要素として有する電磁干渉抑制体であって、更に導電性材料層を有する電磁干渉抑制体が得られる。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明に於いては、高周波透磁率の大きな鉄アルミ珪素合金（センダスト）、鉄ニッケル合金（パー・マロイ）、或いはアモルファス合金等の金属軟磁性材料を原料素材として用いることが出来る。

【0027】本発明では、第1の軟磁性体粉末の場合には、これらの原料素材を粉碎、延伸・引裂加工等により扁平化し、その厚みを表皮深さと同等以下にすると共に、粉末の反磁界係数 N_d をほぼ1にするために、粉末のアスペクト比を概ね10以上とする必要がある。ここで、表皮深さ δ は次式により与えられる。

$$[0028] \delta = (\rho / \pi \mu f)^{1/2}$$

前式において、 ρ は比抵抗、 μ は透磁率、 f は周波数である。従って、表皮深さ δ は目的の周波数によってその値が異なってくるが、所望の表皮深さとアスペクト比を得るには、出発粗原料粉末の平均粒径を特定するのが最も簡単な手段の一つである。この粉碎、延伸・引裂加工に用いることの出来る代表的な粉碎手段として、ボーリミル、アトライタ、ピンミル等を挙げることが出来、前述した条件を満足する第1の軟磁性体粉末の厚さとアスペクト比が得られれば粉碎手段に制限はない。

【0029】また、本発明に於いては、個々の磁性粉末同士の電気的な隔離、即ち複合磁性体の非良導性を磁性粉の高充填状態においても確保出来る様、第1の軟磁性体粉末は、その表面に誘電体層が形成されている必要がある。この誘電体層は、金属磁性粉末の表面を酸化させることにより得られる構成元素と酸素とからなる金属酸化物層であり、例えば、鉄アルミ珪素合金（センダスト）の場合には、主に $Al_{2}O_3$ 及び SiO_2 であると推察される。

【0030】金属粉末の表面を酸化させる手段の一例として、特に粉末の大きさが比較的小さく、活性度の高いものについては、炭化水素系有機溶媒中あるいは不活性ガス雰囲気中にて酸素分圧の制御された窒素-酸素混合ガスを導入する液相中徐酸法あるいは気相中徐酸法により酸化処理する事が制御の容易性、安定性、及び安全性の点で好ましい。

【0031】本発明に於いて前記第1の軟磁性体粉末と共に用いる第2の軟磁性体粉末については、前記第1の軟磁性体粉末と同様の金属磁性体粉末、あるいは酸化物磁性体粉末のいずれを用いても良いが、前記金属磁性体粉末を用いる場合に表面酸化の為の徐酸処理を行うかどうかは任意である。

【0032】また、第1、第2の軟磁性体粉末の粒子の大きさは、第1の軟磁性体粉末が第2の軟磁性体粉末に比べて十分に大きいこと、第2の軟磁性体粉末の前記複合磁性体単位体積当たりの総体積が、第1の軟磁性体粉末の総体積に比べて十分に小さいことが必要となる。言い換えれば、第2の軟磁性体粉末は、前記第1の軟磁性体粉末の間隙、すなわち複合磁性体中の空隙を充填するよう存在できる程度の大きさと総量であれば良い。具体的には、第1の軟磁性体粉末はBET比表面積が0.

10 1～3 (m^2/g) であり、第2の軟磁性体粉末のBET比表面積は5 (m^2/g) 以上であることが好ましい。

【0033】本発明の一構成要素として用いる有機結合剤としては、ポリエステル系樹脂、ポリエチレン系樹脂、ポリ塩化ビニル系樹脂、ポリビニルブチラール樹脂、ポリウレタン樹脂、セルロース系樹脂、ABS樹脂、ニトリル-ブタジエン系ゴム、ステレン-ブタジエン系ゴム、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アミド系樹脂、イミド系樹脂、或いはそれらの共重合体を挙げるこ

とが出来る。

【0034】以上に述べた本発明の構成要素を混練・分散して複合磁性体を得る手段には特に制限はなく、用いる結合剤の性質や工程の容易さを基準に好ましい方法を選択すればよい。

【0035】この混練・分散された磁性混合物中の第1の軟磁性体粉末の粒子を配向・配列させる手段としては、剪断応力による方法と磁場配向による方法があり、いずれの方法を用いても良い。

【0036】図1は本発明により得られた複合磁性体の断面図であり、有機結合剤13中で配向処理された第1の軟磁性体粉末11間に空隙を充填するように第2の軟磁性体粉末12が存在している複合磁性体10が得られる。

【0037】図2は本発明により得られた電磁干渉抑制体の断面図であり、複合磁性体10の一面側に導電性材料からなる導電体層14が形成されて成る電磁干渉抑制体20が得られる。

【0038】

【実施例】次に、本発明の効果を検証する為に実験を行ったので、以下に実施例として詳細に説明する。

【0039】はじめに、水アトマイズ法により作製された鉄アルミ珪素合金粉末を用意し、アトライタを用いて摩碎加工を行い、更に、炭化水素系有機溶媒中で酸素分圧3.5%の窒素-酸素混合ガスを導入しながら8時間攪拌し液相中徐酸処理することにより第1の軟磁性体粉末である偏平状の磁性粉末試料を得た。ここで得られた粉末を表面分析した結果、金属酸化物の生成が明確に確認され、試料粉末の表面に於ける酸化被膜の存在が認められた。

50 【0040】本発明の効果を検証するにあたり、以下に

述べる複合磁性体を作製し、 $\mu - f$ 特性及び電磁干渉抑制効果を調べた。

【0041】 $\mu - f$ 特性の測定には、トロイダル形状に加工された複合磁性体試料を用いた。これを1ターンコイルを形成するテストフィックスチャに挿入し、インピーダンスを計測することにより、 μ' 及び μ'' を求めた。

【0042】一方、電磁干渉抑制効果の検証は、図3に示される評価系により行い、電磁干渉抑制体試料20として、銅板による導電体層14が裏打ちされた厚さ2mmで一辺の長さが20cmの複合磁性体10を用いた。ここで、波源用素子及び受信用素子にはループ径1.5mmの微小ループアンテナ21, 22を用い、受信用素子

*子に接続される信号源にはスイープジェネレータ（電磁界波源用発振器）23を使用し、結合レベルの測定にはネットワークアナライザ（電磁界強度測定器）24を使用した。

【0043】【検証用試料1】以下の配合からなる軟磁性体ベーストを調合し、これをドクターブレード法により製膜し、熱プレスを施した後に85°Cにて24時間キュアリングを行った。

【0044】尚、得られた検証用試料1を走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、偏平状軟磁性体粒子の配列方向は試料膜面内方向であった。

【0045】

扁平状軟磁性体 (Fe-A1-Si合金) 微粉末A ··· 95重量部

平均粒径 : $\phi 20 \mu\text{m} \times 0.3 \mu\text{m}^t$

任意形状軟磁性体 (Fe-A1-Si合金) 微粉末B ··· 5重量部

平均粒径 : $\phi 0.25 \mu\text{m}$

ポリウレタン樹脂 ··· 8重量部

硬化剤（イソシアネート化合物） ··· 2重量部

溶剤（シクロヘキサンとトルエンの混合物） ··· 40重量部

【検証用試料2】以下の配合からなる軟磁性体ベースト 20※ 【0046】尚、得られた検証用試料2を走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、偏平状軟磁性粒子の配列方向は試料膜面内方向であった。

※ 【0047】

扁平状軟磁性体 (Fe-A1-Si合金) 微粉末A ··· 95重量部

平均粒径 : $\phi 20 \mu\text{m} \times 0.3 \mu\text{m}^t$

任意形状軟磁性体（カルボニル鉄）微粉末C ··· 5重量部

平均粒径 : $\phi 0.3 \mu\text{m}$

ポリウレタン樹脂 ··· 8重量部

硬化剤（イソシアネート化合物） ··· 2重量部

溶剤（シクロヘキサンとトルエンの混合物） ··· 40重量部

【検証用試料3】以下の配合からなる軟磁性体ベースト を調合し、これをドクターブレード法により製膜し、熱プレスを施した後に85°Cにて24時間キュアリングを行い検証用試料3を得た。

★ 【0048】

扁平状軟磁性体 (Fe-Ni合金) 微粉末D ··· 95重量部

平均粒径 : $\phi 30 \mu\text{m} \times 0.4 \mu\text{m}^t$

任意形状軟磁性体 (α -Fe, O, 合金) 微粉末 ··· 5重量部

平均粒径 : $\phi 0.4 \mu\text{m}$

ポリウレタン樹脂 ··· 8重量部

硬化剤（イソシアネート化合物） ··· 2重量部

溶剤（シクロヘキサンとトルエンの混合物） ··· 40重量部

【比較用試料4】以下の配合からなる軟磁性体ベースト を調合し、これをドクターブレード法により製膜し、熱プレスを施した後に85°Cにて24時間キュアリングを行い比較用試料4を得た。

★ 【0049】

★ 【0048】尚、得られた検証用試料3を走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、偏平状軟磁性粒子の配列方向は試料膜面内方向であった。

扁平状軟磁性体 (Fe-Ni合金) 微粉末D ··· 95重量部

平均粒径 : $\phi 30 \mu\text{m} \times 0.4 \mu\text{m}^t$

任意形状軟磁性体 (α -Fe, O, 合金) 微粉末 ··· 5重量部

平均粒径 : $\phi 0.4 \mu\text{m}$

ポリウレタン樹脂 ··· 8重量部

硬化剤（イソシアネート化合物） ··· 2重量部

溶剤（シクロヘキサンとトルエンの混合物） ··· 40重量部

★ 【0050】尚、得られた比較用試料4を走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、ほぼ等方的な配列であった。

★ 【0051】

略球状軟磁性体 (Fe-A1-Si合金) 微粉末E ··· 95重量部

平均粒径 : $\phi 15 \mu\text{m}$

ポリウレタン樹脂 ··· 8重量部

硬化剤（イソシアネート化合物） ··· 2重量部

溶剤（シクロヘキサンとトルエンの混合物） ··· 40重量部

【比較用試料5】以下の配合からなる軟磁性体ベーストを調合し、これをドクターブレード法により製膜し、熱プレスを施した後に85°Cにて24時間キュアリングを行い比較用試料5を得た。

* 【0052】尚、得られた比較用試料5を走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、粒子配列方向は試料膜面内方向であった。

* 【0053】

扁平状軟磁性体 (Fe-A1-Si合金) 微粉末A . . . 95重量部
平均粒径 : $\phi 20\text{ }\mu\text{m} \times 0.3\text{ }\mu\text{m}$
ポリウレタン樹脂 . . . 8重量部
硬化剤 (イソシアネート化合物) . . . 2重量部
溶剤 (シクロヘキサンとトルエンの混合物) . . . 40重量部

得られた各試料の実部透磁率 μ' 及び磁気共鳴周波数 f_r 10※【0054】

※ [表1]

rを下記表1に示す。

| | 実部透磁率 | 磁気共鳴周波数 f_r (MHz) |
|--------|-------|---------------------|
| 検証用試料1 | 19 | 30 |
| 検証用試料2 | 18 | 35 |
| 検証用試料3 | 19 | 25 |
| 比較用試料4 | 10 | 明確な共鳴みられず |
| 比較用試料5 | 16 | 40 |

【0055】また、図4は、本発明の検証例である検証用試料1と比較例である比較用試料4及び5の $\mu'-f$ 特性であり、実部透磁率 μ' の値は本発明の実施例である検証用試料1が最も大きな値を示している。

【0056】図4と共に表1を参照すれば、本発明の2つの軟磁性粉末からなる検証用試料は、略球状の原料磁性粉末を用いた比較用試料4や、偏平状の磁性粉末のみからなる比較用試料5に比べて実部透磁率 μ' の差は歴然である。

【0057】これらの結果から、偏平形状でその表面に★

★誘電体層を有する第1の軟磁性粉末と、任意形状で前記第1の軟磁性粉末よりもその大きさが十分に小さい第2の軟磁性粉末からなる複合磁性体は、高周波域において高い透磁率特性を示す事が明白である。

【0058】次に、検証用試料2と比較用試料5について、それぞれの表面抵抗、 μ'' の値及び電磁干渉抑制効果を比較した結果を下記表2に示す。

【0059】

30 [表2]

| | 表面抵抗 (Ω) | μ'' | 電磁干渉抑制効果 800MHz での信号減衰量 |
|--------|-------------------|---------|----------------------------|
| 検証用試料2 | 8×10^7 | 8 | 7 dB |
| 比較用試料5 | 4×10^7 | 6 | 5 dB |

【0060】ここで、表面抵抗はASTM-D-257法による測定値であり、 μ'' の値は前記 μ' 同様1ターンコイル法による値であり、電磁干渉抑制効果の値は、40 銅板を基準(0dB)としたときの信号減衰量である。

【0061】前記表2より以下に述べる効果が明白である。

【0062】即ち、本発明の検証用試料及び比較用試料共、表面抵抗の値が $10^7 \sim 10^8 \Omega$ となっており、少なくとも表面が酸化された磁性粉末を用いる事によって、複合磁性体を非良導性とする事が出来、導体やバルクの金属磁性体等にみられるようなインピーダンス不整合による電磁波の表面反射を抑制出来る。

【0063】更に、本発明の検証用試料では、良好な電

磁干渉抑制効果を示しており、本発明による μ'' 値の増大化が電磁干渉抑制に有効である事が理解出来る。

【0064】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、軟磁性粉末と有機結合剤からなる複合磁性体に於いて、渦電流による透磁率特性の劣化を抑止出来る構成、並びに反磁界が減少する構成を有しているので、高い透磁率特性が実現出来、優れた電磁干渉抑制効果が現れる。

【0065】特に、複合磁性体中に分散している扁平形状の第1の軟磁性粉末の間隙に、これよりその大きさが十分に小さい任意形状の第2の軟磁性粉末を存在させることにより複合磁性体の反磁界が減少し、その結果

透磁率が向上する。因みに、磁化困難軸方向の反磁界 H_{dd} と磁化容易軸方向の反磁界 H_{de} の比 $D_r (= H_{de}/H_{dd})$ について言えば、被測定試料形状を立方体としたときの D_r の値が従来例では5乃至6程度であるのに対し、本発明では7程度と向上している。そして、300 MHzでの実部透磁率 μ' については、従来例では16程度であるのに対し、本発明では19程度と向上している。ここで、磁気損失項である虚数部透磁率 μ'' についても、実部透磁率 μ' の増大化と共に向上していることは言うまでもない。

【0066】即ち本発明によれば、移動体通信機器はじめとする高周波電子機器類内部での電磁波の干渉抑制に有効な薄厚の電磁干渉抑制体を得ることが出来る。

【0067】尚、本発明の複合磁性体及び電磁干渉抑制体は、その構成要素から判るように容易に可携性を付与することが可能であり、複雑な形状への対応や、厳しい耐振動、衝撃要求への対応が可能である。

【図面の簡単な説明】

- * 【図1】本発明による複合磁性体の断面図である。
- 【図2】本発明による電磁干渉抑制体の断面図である。
- 【図3】本発明による電磁干渉抑制体の特性評価に用いた評価系を示す概略図である。

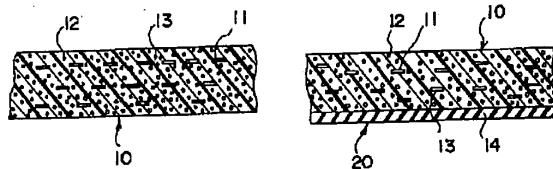
【図4】本発明の検証例である検証用試料1と比較例である比較用試料4及び5の $\mu - f$ 特性を示した図である。

【符号の説明】

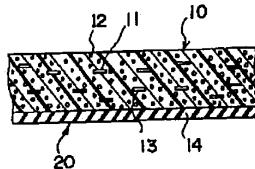
| | |
|--------|-------------|
| 10 | 複合磁性体 |
| 11 | 第1の軟磁性体粉末 |
| 12 | 第2の軟磁性体粉末 |
| 13 | 有機結合剤 |
| 14 | 導電体層 |
| 20 | 電磁干渉抑制体 |
| 21, 22 | ループアンテナ |
| 23 | スイープジェネレータ |
| 24 | ネットワークアナライザ |

*

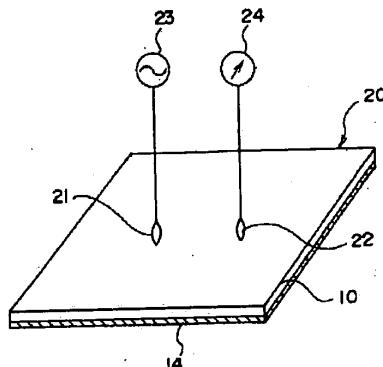
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

